

УДК 612.014.422+681.3.06

Лінійно-ітераційний алгоритм для задачі реконструкції зображення в електроімпедансній томографії.

Грушевець Марія Олександрівна

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Електроімпедансна томографія (EIT) – неінвазивний метод дослідження внутрішньої будови слабоструктурованих середовищ шляхом отримання зображень їх плоских зрізів, елементи яких розпізнаються за питомою провідністю. Історія розвитку методу починається на початку 80-х років двадцятого століття, коли були запропоновані перші алгоритми реконструкції імпедансних зображень та проведено модельні дослідження (Durrani TS, Goutis CE, 1980), (Brown DC, Seager AD, 1987). В цій методиці в якості вихідних даних використовуються значення електричного потенціалу, виміряне на поверхності об'єкту при пропусканні через нього електричного струму. Сама ж реконструкція зображення здійснюється на комп'ютері з допомогою спеціального програмного забезпечення.

В умовах зростання негативного впливу екологічних та соціальних факторів гостро постають проблеми діагностики та прогнозування стану здоров'я людини, зокрема виявлення новоутворень на ранніх стадіях їх розвитку. При діагностиці потрібно звести до мінімуму вплив фізичного випромінювання. Метод електроімпедансної томографії дає змогу проводити дослідження, проведення яких за допомогою інших інструментальних методів є ускладненим або неможливим. За допомогою візуалізації провідності тканин спостерігають процеси внутрішнього крововиливу, запальні процеси, відмінності в провідності жиру і м'язів проводять дослідження органів травлення, визначати розподіл м'язових тканин.

Висока чутливість методу до змін фізіологічного стану тканин і органів, хороший контраст одержуваних зображень, велика швидкість проведення вимірювань, безпека для персоналу і пацієнта, невисока вартість приладу і простота в обслуговуванні забезпечують перспективність запропонованого рішення для широкого застосування в медичній практиці.

Розглянуто історію розвитку методу електроімпедансної томографії, фізичні основи вимірювання імпедансу біологічних тканин. Також описано метод отримання даних розподілу електричної провідності всередині досліджуваного об'єкту. Розглянуто можливості застосування методу у медичній практиці, що є важливим, так як при діагностиці потрібно звести до мінімуму вплив фізичного випромінювання. Метод електроімпедансної томографії дає змогу проводити дослідження, проведення яких за допомогою інших інструментальних методів є ускладненим або неможливим.

Описано математичну модель для побудови тестового зображення, що є необхідним для отримання проєкційних даних, що отримуються в реальному томографі в процесі сканування тіла пацієнта, тобто математична модель самого досліджуваного біооб'єкту. А також описаний математичний аспект перетворення Радона, який лежить у основі інтегральних алгоритмів реконструкції.

Наведено опис основних методів реконструкції зображення: алгоритми з використанням інтегральних перетворень та алгоритми з використанням розкладу в ряд. Недоліками методу з використанням інтегральних перетворень є передбачення точного значення проєкцій для всіх координат відліку та кутові координати отримання проєкцій, а також точне виконання інтегральних перетворень, чого в дійсності досягти неможливо. Недоліком ітераційних алгоритмів, які відносяться до алгоритмів з використанням розкладу в ряд, є низька збіжність ітераційного процесу, що вимагає значних затрат обчислювальних ресурсів. Лінійно-ітераційний алгоритм позбавлений даних недоліків, його перевагами є: можливість введення апіорної інформації про

досліджуваний об'єкт та можливість уточнення результуючого зображення по завершенні реконструкції.

Описано схему експериментального дослідження роботи алгоритму реконструкції. Представлено результати розв'язування прямої задачі (знаходження розподілу потенціалу електричного поля при заданій конфігурації струмів, що протікають через поверхню в точках контакту електродів, і заданому розподілі провідності всередині біологічного об'єкта) та зворотної задачі (реконструкції невідомого розподілу провідності всередині досліджуваного об'єкта на основі даних вимірювання різниці потенціалів між точками на його поверхні). Як видно з результатів із збільшенням числа ітерацій покращується якість зображення, кількість ітерацій визначається критерієм завершеності ітерацій, вибір якого описаний у третьому розділі.